

# OPTICAL PICKUP DEVICE

Patent number: JP2000339741

Publication date: 2000-12-08

Inventor: YOKOTA HIDEAKI; MIYAUCHI DAISUKE; KINERI TORU

Applicant: TDK CORP

Classification:


- international: G11B7/135; G11B7/125

- european:

Application number: JP19990146153 19990526

Priority number(s):

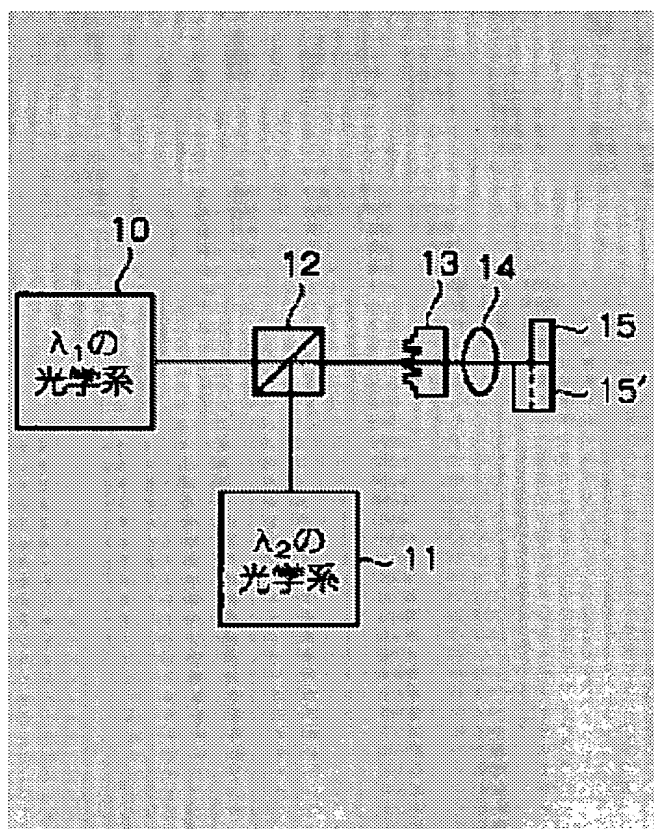
Also published as:

 JP2000339741 (A)

## Abstract of JP2000339741

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve an S/N ratio by setting light quantity efficiency to a maximum for two wavelengths in an optical pickup device that utilizes two optical wavelengths.

**SOLUTION:** The device is provided with a laser light source having a wavelength  $\lambda_1$ , a laser light source having a wavelength  $\lambda_2$  that is longer than the wavelength  $\lambda_1$ , an optical system, which guides the light beams generated by the light sources onto the surfaces of optical recording media 15 and 15', and a light receiving element which photoelectrically converts the reflected light beams from the surfaces of the media 15 and 15'. A step shaped phase diffraction grating element 13 is provided in the optical system above. In the element 13, the number of steps is set to  $N_1+1$  or  $N_2+1$  where  $N_1$  is a maximum integer that does not exceed a rational number  $N=1/((\lambda_2/\lambda_1)-1)$  and  $N_2$  is a minimum integer that exceeds  $N$  and the amount of a step difference in one step is set to  $\lambda_1/(n-1)$  where  $n$  is a refractive index.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-339741

(P2000-339741A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B	A 5 D 1 1 9
	7/125	7/125	B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-146153

(22) 出願日 平成11年5月26日 (1999.5.26)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋一丁目13番1号

(72) 発明者 横田 英明

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(72) 発明者 宮内 大助

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケー株式会社内

(74) 代理人 100067817

弁理士 倉内 基弘 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学ピックアップ装置

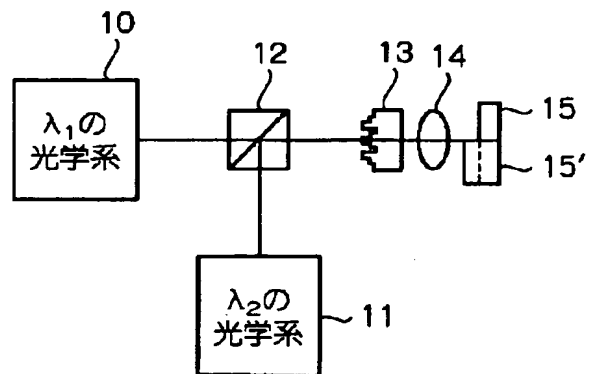
(57) 【要約】

【課題】 2つの光波長を使用する光学ピックアップ装置において、光量効率を2つの波長に対して最高に設定してS/N比を向上すること。

【解決手段】 波長 $\lambda_1$ のレーザ光源と、これより長い波長 $\lambda_2$ のレーザ光源と、これらの光源から発した光ビームを光学記録媒体表面に導く光学系と、光学記録媒体表面からの反射光ビームを光電変換する受光素子を有している光学ピックアップ装置において、前記光学系の一部に、

有理数 $N=1/((\lambda_2/\lambda_1)-1)$

を超えない最大の整数を $N1$ とし、前記 $N$ を超える最小の整数を $N2$ としたときに、ステップ数が $N1+1$ または $N2+1$ であって、1ステップあたりの段差量を $\lambda_1/(n-1)$ とした屈折率 $n$ の階段状位相回折格子素子を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長  $\lambda_1$  のレーザ光源と、これより長い波長  $\lambda_2$  のレーザ光源と、これらの光源から発した光ビームを光学記録媒体表面に導く光学系と、光学記録媒体表面からの反射光ビームを光電変換する受光素子を有している光学ピックアップ装置において、前記光学系の一部に、

有理数  $N = 1 / ((\lambda_2 / \lambda_1) - 1)$

を超えない最大の整数を  $N1$  とし、前記  $N$  を超える最小の整数を  $N2$  としたときに、ステップ数が  $N1 + 1$  または  $N2 + 1$  であって、1 ステップあたりの段差量を  $\lambda_1 / (n - 1)$  とした屈折率  $n$  の階段状位相回折格子素子を備えていることを特徴とする光学ピックアップ装置。

【請求項 2】 前記階段状位相回折格子素子が、波長  $\lambda_1$  を用いて再生する光学記録媒体の材料厚みと波長  $\lambda_2$  を用いて再生する光学記録媒体の基材厚みの差に起因する球面収差を補正するための波面変換を調整するように賦形されている、請求項 1 の光学ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学ピックアップ装置に関する。詳しくは本発明は複数のレーザ光源を有し、複数の規格の光学記録媒体を再生するための光学ピックアップ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 レーザ光源を利用して CD（コンパクトディスク）、DVD（デジタルビデオディスク）等の光学記録媒体から情報を読みとる光学ピックアップ装置は広く普及している。これらの光学記録媒体は厚さが異なるものもあるので、同一のピックアップ装置を使用して異なった基材厚さの光学記録媒体を読みとることは、対物レンズが一定の厚みに対する球面収差を補正するように設計されているために一般に困難である。

【0003】 これに対処する手段として異なった波長の 2 つのレーザ光源を使用して異なった基材厚さの光学記録媒体を再生することが特開平 10-334504 号や、ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジクス第 36 巻第 1 部第 1 B 号の 460 頁～466 頁の図 1 に記載されている。図 5 はこれらに記載の光学ピックアップ装置を説明するための説明図である。波長  $\lambda_1$  で光学記録媒体を再生するときは、 $\lambda_1$  の光学系 1 より出射した光ビームはビームスプリッタ 3 と回折素子 4 を通過し、対物レンズ 5 にて厚み  $d_1$  の光学記録媒体 6 の記録表面に読み取りスポットを形成する。このとき回折素子 4 は波面変換作用を有していないように構成されている。波長  $\lambda_2$  で光学記録媒体を再生するときは、 $\lambda_2$  の光学系 2 より出射した光ビームはビームスプリッタ 3、回折素子 4 を通過し、対物レンズ 5 にて厚み  $d_2$  の光学記録媒体 6' の記録表面に読み取りスポットを形成する。波長  $\lambda_1$  を使用したときに球面収差が 0 となる

対物レンズを使用すると、 $\lambda_2$  を使用したときには球面収差を補正できる波面変換が必要となるので、回折素子 4 は  $\lambda_2$  に対しては波面変換を行うように設計されている。光学記録素子 6 または 6' からの反射光は回折格子 4 の一次回折光が図示しない光電変換素子により検出され処理される。

【0004】 図 6 は上記特許公報に記載された回折素子 4 を説明するものである。この回折素子は 3 ステップの階段状位相型回折素子であり、パターンは同心円状をしている。この回折素子は、波長  $\lambda_1$  の光ビームの場合、面に対して垂直に入射した場合にはどこを通過しても波面変換を受けることがない。これは全てのステップによって受ける位相差が  $2\pi$  の整数倍になるようにステップ間の高さ関係が設計されているからである。ところが、波長  $\lambda_2$  の光ビームの場合、位相差が上記の値からずれてくるために、波面変換を受けることになる。波長  $\lambda_2$  で球面収差を無くするには、この波面変換を基材厚み差  $d_1 - d_2$  により発生する球面収差と、量が同じで向きが逆になるようにしておく必要がある。

【0005】 例えば、上記特許公報記載の光学ピックアップ装置の場合には、図 6 に示したようなステップ 3 の階段状回折素子が使用されており、650 nm、780 nm の 2 種の波長のレーザ光源を実装しており、回折素子の光量効率 は理論値で、 $\lambda_1$  のとき 100%、 $\lambda_2$  のとき 56.7% である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の光学ピックアップ装置は以下のような問題点を有している。再生時には光ビームは往復 2 回、この回折格子を通過するため、真の光量効率は片道の効率の 2 乗となり、 $\lambda_1$  のとき 100%、 $\lambda_2$  のとき 31.6% である。このため  $\lambda_2$  用の半導体レーザは定格出力が  $\lambda_1$  用のレーザ光源の少なくとも 3 倍程度のものを使用しない限り、同等の S/N 比は得られなかった。このため、光学ピックアップ装置は高価となり、大型化を招いていた。従って、本発明は回折素子の光量効率を上げることでより低い電力で高い S/N 比を実現した光学ピックアップ装置を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するために、階段状の位相型回折格子のステップ数と段差量を、2 つの波長の量的関係と回折格子の材料の物性値から決定できる特異な値とした。また、これにより波面変換時の光量効率が実用上は 100% とみなせる値となるので、通常の出力の半導体レーザを用い、高 S/N 比で安価な光学ピックアップ装置を構成した。すなわち本発明は、波長  $\lambda_1$  のレーザ光源と、これより長い波長  $\lambda_2$  のレーザ光源と、これらの光源から発した光ビームを光学記録媒体表面に導く光学系と、光学記録媒体表面からの反射光ビームを光電変換する受光素子を有している光

学ピックアップ装置において、前記光学系の一部に、  
有理数 $N=1/((\lambda_2/\lambda_1)-1)$   
を超えない最大の整数を $N1$ とし、前記 $N$ を超える最小  
の整数を $N2$ としたときに、ステップ数が $N1+1$ または  
 $N2+1$ であって、1ステップあたりの段差量を $\lambda_1/(n-1)$   
とした屈折率 $n$ の階段状位相回折格子素子  
を備えていることを特徴とする光学ピックアップ装置に  
より従来の課題を解決する。ここに段差量を $\lambda_1/(n-1)$   
としたのは波長 $\lambda_1$ に対して階段状回折格子素子の  
の光量効率をほぼ100%にするためである。ここにス  
テップ数を $N1+1$ または $N2+1$ としたのは、波長 $\lambda_2$   
に対して最大の光量効率を得るためである。この場  
合、前記階段状位相回折格子素子が、波長 $\lambda_1$ を用いて  
再生する光学記録媒体の材料厚みと波長 $\lambda_2$ を用いて再  
生する光学記録媒体の基材厚みの差に起因する $\lambda_2$ に対  
する球面収差を補正するための波面変換を調整するよう  
に賦形されていることが好ましい。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明の好  
適な実施の形態について説明する。図1は本発明にかか  
る光学ピックアップ装置の構成図である。光学系の構成  
そのものは、従来の光学ピックアップ装置とほとんど変  
わらない。使用したレーザー光源は、波長 $\lambda_1$ として、  
GaInP系・655nm・定格出力5mWの半導体レ  
ーザー、波長 $\lambda_2$ としてGaAlAs系・785nm・  
定格出力5mWの半導体レーザーである。 $\lambda_1$ の光学系  
と $\lambda_2$ の光学系の光路は、ビームスプリッタ12で光束  
合流されるが、ビームスプリッタ膜12は誘電体多層膜  
で、 $\lambda_1$ の波長の光ビームを100%透過させ、 $\lambda_2$ の  
波長の光ビームを100%反射させるものを用いた。光  
ビームは回折素子13を通過して対物レンズ14にて光\*

波長655nmのとき

-3次回折光	-1次回折光	0次光	+1次回折光	+3次回折光
0%	0%	100%	0%	0%

波長785nmのとき

-3次回折光	-1次回折光	0次光	+1次回折光	+3次回折光
0%	0%	0%	91%	0%

【0011】+1次回折光の光量が多く0次光の光量が  
小さい回折素子としては、断面が鋸刃様のブレース型回  
折格子が広く知られており、理論的には1次回折効率が  
100%であるが、これは上述のような構成の光学ピッ  
クアップ装置には応用できないことに注意されたい。理  
由は、波長785nmで高い回折効率が得られるかもしれ  
ないが、波長655nmでは4%程度しか0次光が得  
られないからである。

【0012】階段状回折格子（ホログラム）は同心円輪  
帯状をしている。図4はこの同心円輪帯の形状を決定す  
る方法の説明図である。（a）に示したように対物レン  
ズ20は厚み0.6mmの基材22について、平行光線  
が入射した際に無収差となるよう設計されている。とこ

\* 学記録媒体15、15'に集光される。光学記録媒体  
は、波長655nmのとき基材厚み0.6mmの媒体1  
5を、波長785nmのとき基材厚み1.2mmの媒体  
15'を用いた。655nmの光ビームは回折素子13  
を0次光として透過し、回折素子は存在しないかのご  
とくに振る舞う。785nmの光ビームは、回折素子13  
で+1次光として回折され、波面変換される。

【0009】図2は回折素子の説明図である。回折素子  
13は階段状位相型回折素子である。その波面変換のた  
めに設けられたパターンは基材厚み差0.6mmの球面  
収差に対してもっとも残差の少なくなる物像関係を実現  
できるものにした。次に、段数の決定は式に上記波長  
の数値を入れると、

$$1/((\lambda_2/\lambda_1)-1)=1/(785/655-1)=5.04$$

であるので、ステップ数は5.04の最近接整数である  
5または6に1を足した、6または7が適当である。こ  
れとは異なるステップ数を選択すると、 $\lambda_2$ の光に与え  
る位相差の $2\pi$ の剰余が、0から $2\pi$ の範囲のうち、一  
部の範囲に偏ってしまうので、+1次光の回折効率が著  
しく悪化する。できれば、より近い整数を選択するほう  
が望ましい。本実施例ではステップ数を6とし、ガラス  
の屈折率は1.52のものを用いた。段差量は1段あた  
り $\lambda_1/(n-1)=0.655/(1.52-1)=1.26\mu\text{m}$ とした。この量からの偏差が大きいき、  
0次光の光量効率が著しく悪化するので、注意が必要で  
ある。この階段形状の断面図を図3に示す。図に示すよ  
うに、階段状の部分が円の外側を向くような形状にす  
る。

【0010】本回折素子の光量効率は以下の通りであ  
る。

ろが厚み1.2mmの基材23を使用する際は球面収差  
が生じる。このような時にもっとも無収差に近い物像関  
係となる物点24と像点25が存在するので、回折素子  
21は、同図（b）のように平行光線を物点24から出  
射した光ビームの波面に変換するような波面変換作用を  
持たせることにより厚み1.2mmの基材に対しても無  
収差にする。円輪帯の半径の一例を単位 $\mu\text{m}$ で示すと、  
0.000、231.042、326.745、40  
0.182、462.093、516.639、56  
5.952、611.302、653.513、69  
3.159、730.658、766.325、80  
0.405、833.093、864.547、89  
4.896、924.250、952.700である。

このように、同心円輪帯は外側にいくに従って狭いピッチとなる。一般にこのような回折格子はホログラムの原理を用いて容易に設計できる。

### 【0013】

【発明の効果】本発明は以下の効果を有している。本発明にかかる光学ピックアップ装置は以下のごとくの効果  
を有している。再生時には光ビームは、この回折素子を  
通過しても、真の光量効率は両方の波長に対して100  
%と見なしても実用上問題がないレベルとなった。この  
ため半導体レーザーは定格出力が従来の1/3以下の5  
mWのものを使用しても、従来レベルのS/Nを得た。  
このため、光学ピックアップ装置は安価で小型となっ  
た。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学ピックアップ装置の構成図であ  
る。

【図2】本発明の光学ピックアップ装置に使用される回  
折格子を示し、(a)は(b)の線A-A断面図、  
(b)は平面図である。

\* 【図3】本発明の実施例による回折格子の拡大図であ  
る。

【図4】本発明の回折格子（ホログラム）の同心円輪帯  
の形状を決定する方法の説明図であり、(a)は第1の  
厚さの光学記録媒体に対して無収差の光学系を示し、

(b)は第2の厚さの光学的記録媒体に対して回折格子  
の同心円輪帯による収差修正の方法を示す。

【図5】従来の光学ピックアップ装置の概略図である。

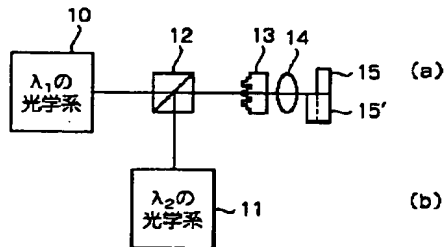
【図6】従来の光学ピックアップ装置の回折格子を示  
し、(a)は(b)の線B-B断面図、(b)は平面図  
である。

### 【符号の説明】

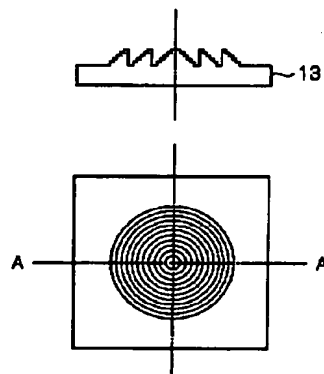
- 10  $\lambda_1$ の光学系
- 11  $\lambda_2$ の光学系
- 12 ビームスプリッター
- 13 階段状回折格子（ホログラム）
- 14 集光レンズ
- 15、15' 光学記録媒体

\*

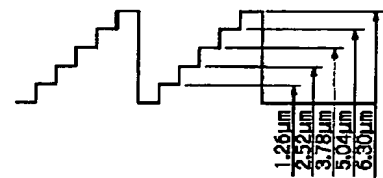
【図1】



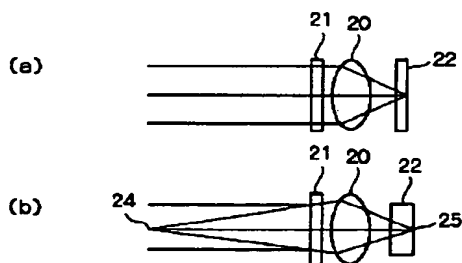
【図2】



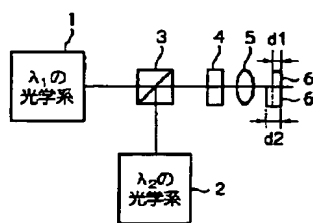
【図3】



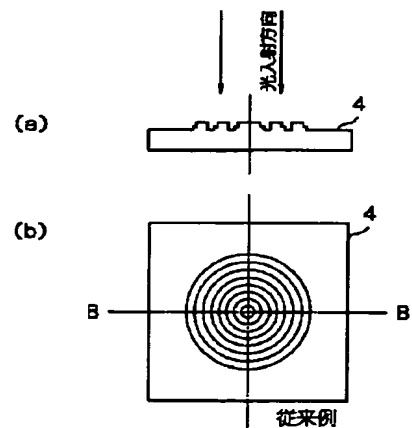
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 木練 透  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

Fターム(参考) 5D119 AA41 AA43 BA01 DA01 DA05  
EC01 EC47 FA05 JA09 JA43  
JA47 JB03